

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-014679
 (43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.CI. F25B 9/00

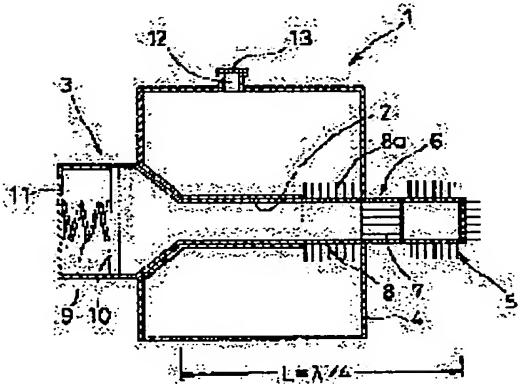
(21)Application number : 06-170132 (71)Applicant : ZEXEL CORP
 (22)Date of filing : 29.06.1994 (72)Inventor : SUZUKI NOBUHIKO

(54) THERMO-ACOUSTIC FREEZING CYCLE AND COOLING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a thermo-acoustic freezing cycled heat pump capable of vibrating working fluid by a simple structure by a method wherein there are provided a vibrating mechanism for performing a self-exciting vibration in a specific number of vibration against a wavelength of predetermined length under an external vibration and a stack having a plurality of plates in parallel with a vibrating direction of fluid piled up at a predetermined interval.

CONSTITUTION: Working fluid absorbing heat of cooled item by a thermal absorbing heat exchanger 8 vibrates by a vibrating mechanism 3 in such a way that a standing wave may be generated within a tube 2. A heat pump process may act on a stack 6 under this vibration and heat absorbed by the working fluid moves from a cooling side of the stack 6 in sequence on the stack 6 toward the heating side and finally the heat is absorbed by the working fluid and the heat is radiated outside through a radiating heat exchanger 5. This heat pump process is thermally radiated. This heat pump process is repeated to cause the heat in the cooled item to be radiated outside and then the cooled item can be cooled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-14679

(43)公開日 平成8年(1996)1月19日

(51)Int.Cl*

F 25 B 9/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

311

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平6-170132

(22)出願日 平成6年(1994)6月29日

(71)出願人 000003333

株式会社ゼクセル

東京都渋谷区渋谷3丁目6番7号

(72)発明者 鈴木 伸彦

埼玉県大里郡江南町大字千代字東原39番地

株式会社ゼクセル江南工場内

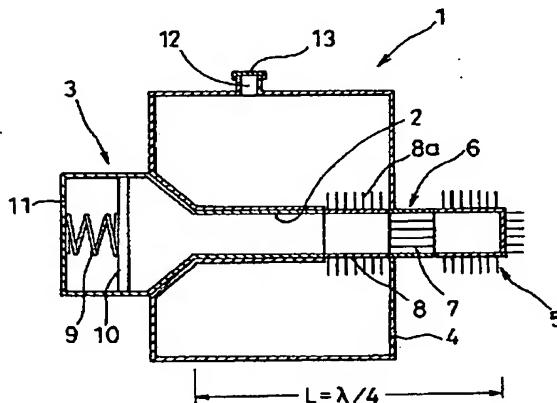
(74)代理人 弁理士 大賀 和保

(54)【発明の名称】 热音響冷凍サイクル及び冷却装置

(57)【要約】

【目的】 簡易な構造で動作流体を振動させることができる熱音響冷凍サイクルを提供し、この熱音響冷凍サイクルを用いた冷却装置を提供する。

【構成】 热音響冷凍サイクルは、所定の長さに設定され、内部に流体を有するチューブと、このチューブの一端に取付られ、外部振動によって前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行う振動機構と、前記チューブの他端近傍に配され、前記流体の振動方向に平行に複数のプレートを配して形成されたスタックとを有し、冷却装置は、この熱音響冷凍サイクルと、前記チューブに周設され、被冷却物を収容するタンクと、前記スタックの一端側に設けられ、前記チューブ内の流体と前記タンク内の被冷却物との熱交換を行う第1の熱交換手段と、前記スタックの他端側であって前記チューブの端部に設けられ、前記チューブ内の流体と外部とを熱的に連通する第2の熱交換手段とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の長さに設定され、内部に流体を有するチューブと、

このチューブの一端に取付られ、外部振動によって前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行う振動機構と、

前記チューブ内の他端近傍に配され、前記流体の振動方向と平行である複数のプレートを所定の間隔で積層してなるスタッツとを具備することを特徴とする熱音響冷凍サイクル。

【請求項2】 所定の長さに設定され、内部に流体を有するチューブと、

このチューブの一端に取付られ、外部振動によって前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行う振動機構と、

前記チューブ内の他端近傍に配され、前記流体の振動方向と平行である複数のプレートを所定の間隔で積層してなるスタッツと、

前記チューブに周設され、被冷却物を収容するタンクと、

前記スタッツの一端側に設けられ、前記チューブ内の流体と前記タンク内の被冷却物との熱交換を行う第1の熱交換手段と、

前記スタッツの他端側であって前記チューブの端部に設けられ、前記チューブ内の流体と外部とを熱的に連通する第2の熱交換手段とを具備することを特徴とする冷却装置。

【請求項3】 前記振動機構は、前記所定波長に対応する固有振動数を有するスプリングと、このスプリングの端部に取付られた振動板によって構成されることを特徴とする請求項1又は2記載の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、チューブ内に封入され、流体（動作流体）を静的な第2の熱力学的媒体（スタッツ）間に対して振動させることによって熱交換を行うことのできる熱音響冷凍サイクル及びその熱音響冷凍サイクルを使用した冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 热音響冷凍サイクルについては、「冷凍-第68卷第788号：平成5年6月号」に掲載された論文「熱音響冷凍：著者：Steven L. Garrett 及びThomas J. Hofler」に記載されている。この論文において示される熱音響冷凍サイクルは、動作流体（通常、不活性ガス）が封入されたチューブと、このチューブの一端に配された音響スピーカと、このチューブの端部近傍に設けられた複数のプレートからなる第2の熱力学的媒体（スタッツ）とによって構成される。

【0003】 以上の構成の熱音響冷凍サイクルにおいて、音響スピーカーがチューブ内で定在波を起こす周波

数で振動すると、前記動作流体はスタッツを形成するプレート間に沿って前後に振動し、定在音波に伴う圧力変化が原因となって断熱圧縮及び断熱膨張が生じることとなり、その温度が変化する。

【0004】 この温度変化の状態を図2により説明すると、プレート（説明上、動作流体小部分の移動範囲-xから+xまでを切り取ったもの）は平均温度(T_a)及び温度勾配 ΔT で示す温度勾配を有するものと仮定する。したがって、この動作流体小部分の移動する左端（最も膨張した点）におけるプレート温度は $T_a - x \Delta T$ であり、移動の右端（最も圧縮した点）におけるプレート温度は $T_a + x \Delta T$ である。

【0005】 第1のステップにおいて、動作流体が左端から右端に移動した場合（プレートに沿って $2x$ の距離移送された場合）、動作流体の温度は断熱圧縮分を含めて、 $T_a - x \Delta T$ から $T_a - x \Delta T + 2T_1$ (T_1 ：断熱温度変化)に上昇する ($|x \Delta T| < |2T_1|$)。尚、温度上昇分 $\Delta Q = (T_a - x \Delta T + 2T_1) - (T_a + x \Delta T)$ とする。

【0006】 第2のステップにおいて、温められた動作流体小部分が熱(ΔQ)を一定圧力のもとで熱伝導によってプレートに伝え、その温度はプレートの温度($T_a + x \Delta T$)まで下がる。

【0007】 第3のステップにおいて、動作流体がプレートに沿って $-x$ の位置まで移送され、断熱膨張によってその温度は $T_a + x \Delta T - 2T_1$ まで下がる。この温度は、元の温度 $T_a - x \Delta T$ より ΔQ 分低くなる。したがって、第4のステップにおいて、動作流体小部分はプレートから熱(ΔQ)を吸収し、元の温度($T_a - x \Delta T$)まで上昇する。このサイクルが繰り返されることにより、熱は動作流体小部分の最も膨張した点から最も圧縮した点に移動する。

【0008】 したがって、スタッツ全長を考えると、熱ポンププロセス全体は、各動作流体小部分が温度の低い左端部分から熱を奪い、温度の高い右端部分へ熱を与えるといつたわゆる「バケツリレー」に類似したものとなり、スタッツの左端部（冷却側）から右端部（加熱側）へと熱を移動させることとなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記引例においては、動作流体の振動源として音響スピーカーを用いているために、電気エネルギー等の有料の動力供給源を常に具備しなければならないという問題点があった。

【0010】 このために、この発明は、簡易な構造で動作流体を振動させることができる熱音響冷凍サイクルを提供すると共に、この熱音響冷凍サイクルを用いた冷却装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】 しかして、この発明の熱

音響冷凍サイクルは、所定の長さに設定され、内部に流体を有するチューブと、このチューブの一端に取付られ、外部振動によって前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行う振動機構と、前記チューブ内の他端近傍に配され、前記流体の振動方向と平行である複数のプレートを所定の間隔で積層してなるスタッツとを具備することにある（請求項1）。

【0012】さらに、この発明熱音響冷凍サイクルを使用した冷却装置は、所定の長さに設定され、内部に流体を有するチューブと、このチューブの一端に取付られ、外部振動によって前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行う振動機構と、前記チューブ内の他端近傍に配され、前記流体の振動方向と平行である複数のプレートを所定の間隔で積層してなるスタッツと、前記チューブに周設され、被冷却物を収容するタンクと、前記スタッツの一端側に設けられ、前記チューブ内の流体と前記タンク内の被冷却物との熱交換を行う第1の熱交換手段と、前記スタッツの他端側であって前記チューブの端部に設けられ、前記チューブ内の流体と外部とを熱的に連通する第2の熱交換手段とを具備したことにある（請求項2）。

【0013】また、前記冷却装置の振動機構は、前記所定波長に対応する固有振動数を有するスプリングと、このスプリングの端部に取付られた振動板によって構成してもよい（請求項3）。

【0014】

【作用】したがって、請求項1記載の発明においては、チューブ内の流体を、チューブの一端に取付られた振動機構によって、外部振動を動力源として前記所定長さの波長に対応する固有振動数で自励振動を行うようにしたために、例えば自動車のエンジンによる振動や手で振ることによって、流体をチューブの長さに対応する振動数で振動させることができ、熱音響冷凍サイクルの熱ポンプを構成できるため、上記課題を達成することができる。

【0015】また、請求項2記載の発明においては、前記チューブの周囲に被冷却物を収容するタンクを周設し、前記スタッツの一端側（冷却側）に前記チューブ内の流体と前記タンク内の被冷却物との熱交換を行う第1の熱交換手段を設け、さらに前記スタッツの他端側（加熱側）であって前記チューブの端部に前記チューブ内の流体と外部とを熱的に連通する第2の熱交換手段を設けたことによって、自動車の振動若しくは手で振ることによって振動機構を振動させて熱音響冷凍サイクルを作動させ、第1の熱交換手段で被冷却物から受け取った熱をスタッツの加熱側に移動させ、第2の熱交換手段によって外部に放出することができるために、被冷却物の冷却をすることができ、上記課題を達成することができる。

【0016】さらに、請求項3記載の発明においては、前記振動機構を、スプリングと、このスプリングの端部

に取付られた振動板によって構成したことによって、自動車のエンジンによる振動や手で振ることによって振動板を動かし、この振動板の重さ、スプリングの強さ、流体の密度及び圧力等の条件によって前記所定の長さの波長に対応する振動数と一致するように設定された固有振動数で振動板が振動するために、チューブ内の流体をチューブ内で定在波が生じる振動数で振動させることができ、上記課題をさらに達成することができる。

【0017】

【実施例】以下、この発明の実施例について説明する。

【0018】図1に示す冷却装置1は、チューブ2と、このチューブ2の一端に設けられた振動機構3と、前記チューブ2に周設されたタンク4とによって構成される。

【0019】前記チューブ2は、振動機構3と対向する端部にアルミニウム、アルミニウム合金等によって形成された放熱用熱交換器（第2の熱交換手段）5を有し、この放熱用熱交換器5に隣接してスタッツ6が形成されている。

【0020】このスタッツ6は、内部にアルミニウム若しくはアルミニウム合金、セラミックス等の伝熱体で形成された複数のプレート7を有し、これらのプレート7は、前記チューブ2の短手方向に積層されてスタッツ6を形成している。尚、このスタッツ6に周設されてチューブ2を構成する外周部分は、熱伝導しない物質、例えば合成樹脂等によって形成されるものである。

【0021】また、前記チューブ2にはこのスタッツ6の他端側に隣接して、アルミニウム、アルミニウム合金等によって形成された吸熱用熱交換器（第1の熱交換手段）8が設けられている。これによって、前記スタッツ6の一端側（加熱側）に放熱用熱交換器5が、前記スタッツ6の他端側（冷却側）に吸熱用熱交換器8が配されることとなる。

【0022】前記チューブ2の一端に設けられた振動機構3は、前記チューブ2に連設される外部ケース11と、所定のバネ係数を有するスプリング9と、このスプリング9の一端に固着された振動板10とによって構成される。これによって、下記する動作流体の密度及び圧力、振動板10の質量、スプリングのバネ係数等によって、振動機構3の固有振動数が設定され、外部からの振動を動力源として前記固有振動数で振動するものである。

【0023】尚、外部からの振動として、自動車のエンジン振動、手による振動（手で振ること）、体につけることによる歩行による振動等がある。また、本実施例では、振動板を振動させる付勢手段としてスプリングを用いたが、スプリングの代わりに所定の圧力の気体若しくは液体を封入したクッション、ゴム、合成ゴム、合成樹脂等の弾性部材を使用してもよいものである。

【0024】尚、本実施例ではこの外部ケース11及び

チューブ2内は、密閉されて状態になっており、内部に所定の圧力の動作流体が封入されている。この実施例においては、この動作流体として、不活性ガス、特にヘリウムガスを使用するが、窒素ガスを使用してもよいものである。また、チューブ2内を1気圧の状態で使用する場合は、外部と導通させ、動作流体として空気を使用しても良いものである。さらに、前記チューブ2は、前記振動機構3によって振動する前記動作流体の振動数に対応する波長(λ)の4分の1の長さ(λ/4)に設定され、この振動数に対応する波長の定在波が生じるようになっている。

【0025】また、前記チューブ2に周設されたタンク4は、合成樹脂等からなる断熱部材によって形成され、内部に水、ジュース等の被冷却物が収容される。このタンク4の中央部分には、前記チューブ2の吸熱用熱交換器8の放熱板8aが突出しており、前記被冷却物の熱を前記動作流体に伝導するようになっている。尚、図中に記載された12は前記タンク4に被冷却物を入れるための口であり、13はその口12に取付られるキャップである。

【0026】以上の構成の冷却装置1において、チューブ2及び振動機構3によって構成させる熱音響冷凍サイクルを、図2によって説明する。

【0027】前記吸熱用熱交換器8で被冷却物の熱を吸熱した動作流体は、前記振動機構3によって前記チューブ2内で定在波が生じるように振動する。この振動によって、前記スタック6上で下記する熱ポンププロセスが作用し、前記動作流体が吸熱した熱は、前記スタック6の冷却側から加熱側に順次スタック6上を移動していく、最終的に熱を吸熱して動作流体から放熱側熱交換器5を介して外部に熱が放熱されるものである。この熱ポンププロセスが繰り返されることによって、被冷却物の熱が外部に放熱され、被冷却物の冷却を行うことができる。

【0028】以下、前記熱ポンププロセスについて説明する。前記プレート7の小部分(説明上、動作流体小部分の移動範囲-xから+xまでを切り取ったもの)において、このプレート7の小部分は、平均温度(T₀)及び温度勾配△Tで示す温度勾配を有するものと仮定する。したがって、この動作流体小部分の移動する左端(最も膨張した点)におけるプレート温度はT₀-x△Tとなり、移動の右端(最も圧縮した点)におけるプレート温度はT₀+x△Tとなる。

【0029】第1のステップにおいて、動作流体の圧縮過程において動作流体小部分が左端から右端に移動した場合(プレートに沿って2xの距離移送された場合)、動作流体の温度は断熱圧縮分を含めて、T₀-x△TからT₀-x△T+2T₁(T₁:断熱温度変化)に上昇する(|x△T|<|2T₁|)。尚、温度上昇分△Q=(T₀-x△T+2T₁)-(T₀+x△T)とす

る。

【0030】第2のステップにおいて、温められた動作流体小部分が熱(△Q)を一定圧力のもとで熱伝導によってプレートに伝え、その温度はプレートの温度(T₀+x△T)まで下がる。

【0031】第3のステップにおいて、動作流体がプレートに沿って-xの位置まで移送され、断熱膨張によってその温度はT₀+x△T-2T₁まで下がる。この温度は、元の温度T₀-x△Tより△Q分低くなる。したがって、第4のステップにおいて、動作流体小部分はプレートから熱(△Q)を吸収し、元の温度(T₀-x△T)まで上昇する。このサイクルが繰り返されることにより、熱は動作流体小部分の最も膨張した点から最も圧縮した点に移動する。

【0032】したがって、スタック全長を考えると、熱ポンププロセス全体は、各動作流体小部分が温度の低い左端部分から熱を奪い、温度の高い右端部分へ熱を与えるといつたわゆる「バケツリレー」に類似したものとなり、スタックの左端部(冷却側)から右端部(加熱側)へと熱を移動させることとなる。

【0033】以上により、冷却装置1を自動車内に置いたり、また手で振ることによって振動機構3を振動させることができるために、冷却装置1を携帯することによって被冷却物を冷却することができるものである。

【0034】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、熱音響冷凍サイクルの振動機構が、外部振動、例えば自動車の振動若しくは手で振ることによって、その固有振動数で自励振動するために、チューブ内の動作流体を振動させることができ、簡易な方法で熱音響冷凍サイクルを作動させることができる。

【0035】また、上記熱音響冷凍サイクルによってタンク内の被冷却物を冷却するようにしたことによって、有料のエネルギーを使用することなく、手で振ったり、体について歩行したり、自動車内に置くことによって得られる振動によって動作流体を振動させることができるため、被冷却物を冷却することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱音響冷凍サイクルを備えた冷却装置を示した断面図である。

【図2】熱音響冷凍サイクルの熱ポンププロセスを示した説明図である。

【符号の説明】

- 1 冷却装置
- 2 チューブ
- 3 振動機構
- 4 タンク
- 5 放熱用熱交換器(第2の熱交換手段)
- 6 スタック
- 7 プレート

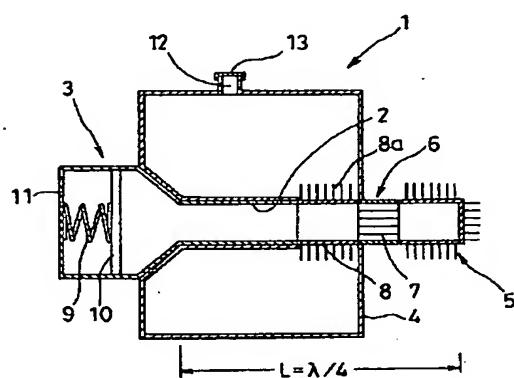
7

8 吸熱用熱交換器（第1の熱交換手段）
 9 スプリング

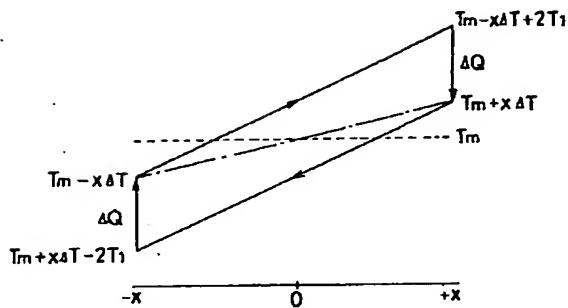
8

* 10 振動板
 * 11 外部ケース

【図1】



【図2】



This Page Blank (uspto)